

X. Europäisches Treffen
der Fleischforscher
R o s k i l d e
vom 10.-15. August 1964

Aus dem Institut
für Fleischwirtschaft, Magdeburg, DDR
Direktor: Veterinärarzt Dr. G. T h e l o e

Schnellmethoden zur Analyse von Fleisch und Fleischprodukten

I. Eine neue, universell anwendbare refraktometrische
Fett-Schnellbestimmungsmethode für Fleisch und Wurstwaren

S. R u d i s c h e r

Die in fast allen Industriezweigen aktuelle Forderung nach Ablösung der zeitraubenden klassischen Analysenmethoden durch zuverlässige Schnellverfahren beruht auf der zeitgemäßen Notwendigkeit, die chemische Beschaffenheit der Rohstoffe zu kennen und die Zusammensetzung des Fertigproduktes in bezug auf die Hauptbestandteile noch vor Beendigung des Herstellungsprozesses zu erfahren mit dem Ziel, Fehlproduktionen rechtzeitig zu erkennen und zu verhindern. Bisher lagen die Analyseergebnisse meist erst in einem Zeitpunkt vor, wenn das betreffende Produkt schon im Handel oder gar beim Verbraucher war.

Die Einführung analytischer Schnellmethoden ist weitgehend davon abhängig, dass sie

- a) ebenso zuverlässig und genau sind wie die bisherigen Arbeitsweisen,
- b) mit einem minimalen Aufwand an Arbeitskräften, physischer Anstrengung, Material- und Energiekosten ein Vielfaches an Ergebnissen und umfassendes Zahlenmaterial zwecks statistischer Auswertung liefern,
- c) es auf Grund schnellster Ausführung erlauben, den Herstellungsvorgang zu kontrollieren und zu beeinflussen.

Auf dem Gebiet der Fleischwarenuntersuchung sind bereits Versuche zur Einführung von Schnellmethoden unternommen worden (1). Zur raschen Ermittlung des Fettgehaltes in Fleischprodukten ist verschiedentlich die in der Praxis der Milchuntersuchung als GERBER'sches Verfahren bekannte butyrometrische Methode zur Bestimmung des Milchfettgehaltes in abgeänderter Form vorgeschlagen worden (2).

Zuletzt wurde das Verfahren nach SALVIN u. Mitarb. (3) von Jr. B. Kroll u. D. J. Meester diskutiert (4).

In folgenden wird hier eine neue, vom Vf. Dieses ausgearbeitete analytische, auf dem Prinzip der Refraktometrie beruhende, für alle Fleischprodukte universell anwendbare Methode zur Schnellbestimmung des Fettgehaltes beschrieben, die in unserem Laboratorium bereits seit einigen Monaten neben der Diäthylätherextraktionsmethode und im Zusammenhang mit Wasser- und Proteinschnellbestimmungsmethoden zur Anwendung kommt und dabei ihre Bewährungsprobe bestanden hat.

Der Beschreibung dieses Verfahrens seien einige Betrachtungen zur Analyse der Fleischwaren vorangestellt.

Wasser, Fett und Proteine sind die Hauptkomponenten des Rohstoffes Fleisch und der daraus hergestellten Produkte. Davon ist der Fettgehalt eines der maßgebendsten objektiven Kriterien für die Qualitätsbeurteilung des gesamten umfangreichen Sortimentes der Fleischverarbeitungsbetriebe. Die geforderte Beschränkung des Fettgehaltes von Wurstwaren und Fleischkonserven auf bestimmte, festgelegte Maximalwerte erfordert besonders eine umfangreiche analytische Kontrolle des Fettgehaltes dieser Erzeugnisse. Hierzu kommt in gepökelten und geräucherten Fleisch-, Wurstwaren und Speck die Bestimmung des Kochsalzgehaltes.

Bei den bisherigen konventionellen Bestimmungen des Wassergehaltes durch Trocknung und des Fettgehaltes durch erschöpfende Äthylätherextraktion kann das Ergebnis bei Durchführung beider Bestimmungen in einer Einwaage erst nach 12 - 13 Stunden vorliegen. Die Rohproteinbestimmung nach Kjeldahl ist noch weitaus zeitaufwendiger. Deshalb berechnet man im allgemeinen den Gesamtproteingehalt auf einfache Weise aus der Differenz der Prozentsumme aller Nichtproteinsubstanzen zu 100 %. Dabei müssen die außer Wasser und Fett noch vorhandenen arteigenen und evtl. zugesetzten Nebenbestandteile berücksichtigt werden. Zu diesen gehören Mineralstoffe (erfaßbar durch den Aschegehalt), Kohlenhydrate und stickstofffreie organische Säuren (vorwiegend Milchsäure). In fettfreiem Frischfleisch beträgt die Summe dieser Stoffe normalerweise rund 2 %. Sie ist dem Fettgehalt entgegengesetzt

proportional. Daraus leitet sich für die Differenzberechnung des Proteingehaltes folgende allgemeine Formel ab:

$$\% \text{ Gesamtprotein} = 100 - (W + F + \frac{100 - F}{100} \cdot 2 + Z)$$

W = Wassergehalt in %

F = Fettgehalt in %

Z = Kochsals, Pökelsals, Gewürze, Zucker und sonstige Zusatzstoffe

Es wäre zweckmäßig, für die indirekt aus der Differenz zu 100 % ermittelte Proteinsubstanz nicht den Ausdruck "Rohprotein" anzuwenden. Rohprotein ist ein definierter Begriff. Er bezeichnet einen durch Multiplikation des organisch gebundenen Stickstoffes mit dem Faktor 6,25 erhaltenen Wert (somit einen roh berechneten Proteinwert), der zahlenmäßig um etwa 1 - 2 % höher liegt als der aus der Differenz zu 100 % ermittelte tatsächliche Proteinwert, für den deshalb hier der Ausdruck "Gesamtprotein" vorgeschlagen wird.

Da der Fettgehalt neben dem Wassergehalt (für dessen Bestimmung bereits ausreichend genaue Schnellmethoden vorhanden sind) auch als Berechnungsgrundlage für den Gesamtproteingehalt erforderlich ist, besteht für eine besonders rasch und einfach auszuführende, dabei genaue Fett-Schnellbestimmungsmethode uneingeschränktes Interesse.

In allgemeinen bieten sich für Schnellverfahren physikalische Gesetzmäßigkeiten spezifischer Art an, aus denen indirekte Meßmethoden entwickelt werden können. Der Hauptvorteil derartiger Methoden liegt vor allen darin, daß sie momentane Ablesungen der Resultate gestatten. Nachteilig können sich hierbei allerdings Nebenfaktoren verschiedener Art auswirken.

Die Gesetzmäßigkeiten der Lichtbrechung eignen sich z.B. zur Bestimmung der Konzentration von Lösungen, vorausgesetzt, daß die gelöste Substanz und das unterschiedliche Lichtbrechungszahlen aufweisen. Das trifft auch auf Lösungen von Fetten in bestimmten Lösungsmitteln zu. Ein besonderes Problem besteht jedoch stets darin, die zu messende Lösung in der erforderlichen Reinheit und Beschaffenheit durch eine entsprechende Behandlung der Untersuchungsprobe zu erhalten.

Auf dem Prinzip der Refraktometrie beruhende Fettbestimmungsmethoden sind in verschiedenen Industriezweigen schon vor längerer Zeit eingeführt worden.

Lösungsmittel

Von W. LEITHE wurde die Refraktometrie unter Verwendung von 1-Bromnaphthalin prinzipiell für die Fettbestimmung in Milch- (5) und Käseprodukten (6) eingeführt. Vf. Dieses hat seinerzeit ein modifiziertes Verfahren zur Serienuntersuchung von Ölsaaten und deren Preßkuchen auf den Ölgehalt unter Verwendung von 1-Chlornaphthalin in den ehemaligen Schichtwerken in Aussig, CSR, eingeführt (7). Zur Bestimmung des Fettgehaltes in Fleisch und Fleischprodukten ist die Refraktometrie bisher noch nicht herangezogen worden.

Die von Vf. durchgeführten Versuche ergaben, daß die Voraussetzungen zur Anwendung dieses Prinzips auch bei der Untersuchung von Fleischprodukten aller Art gegeben sind, so daß eine einfache Arbeitsmethodik in mehreren Varianten ausgearbeitet werden konnte. Es zeigte sich, daß diese Methode rascher und bequemer ausgeführt werden kann als die butyrometrische Methode.

Experimentelle Vorversuche

1. Lösungsmittelfragen

Hauptbedingung für das Lösungsmittel ist neben einer selbstverständlich guten Löslichkeit für Fette, daß seine Lichtbrechungszahl von der der Fette stark differiert. Es darf weiter weder Wasser aufnehmen, noch sich selbst in Wasser merklich lösen. Sein Siedepunkt bei Normaldruck muß über 100 °C liegen, seine Dampfspannung muß bei Temperaturen unter 100 °C so klein sein, daß sie vernachlässigt werden kann. Je größer der Unterschied der Lichtbrechung zwischen Fett- und Lösungsmittel ist, desto größere Genauigkeit wird bei der Bestimmung ~~erreicht~~ erreicht. Die Lichtbrechungszahl n_{50° von Schweinefett beträgt im Mittel 1,456, die von Rindertalg 1,454. Als Lösungsmittel eigneten sich unter diesen Gesichtspunkten am besten Bromnaphthalin, Chlornaphthalin und Jodnaphthalin.

Tabelle 1

Lösungsmittel	Lichtbrechungszahl		Dichte 20°	Siedetemp. °C	Volumenausdehnung 20° auf 50°C ml/ml	Preis DM/kg
	n_{20°	n_{50°				
1-Bromnaphthalin rein	1,6582	1,6436	1,4865	281	0,0322	36,—
1-Chlornaphthalin rein	1,6332	1,6198	1,1940	259	0,0230	
1-Jodnaphthalin Kylamon 1)	1,7050 1,6350	1,6868 1,6216	1,7380 1,1947	305 253	0,041 0,0230	—,50

1) Xylamon ist ein Gemisch aus 90 % 1-Chlornaphthalin ^{und} 10 % 1,2-Dichlornaphthalin.

Aus wirtschaftlichen Gründen wurde das zum Preise von -,50 DM/kg zur Verfügung stehende Xylamon als Lösungsmittel gewählt.

Da nur wenig (5-10 ml) Xylamon je Bestimmung benötigt und von diesem bei Rückgewinnung 80 - 90 % wiedergewonnen werden können, ist der Materialverbrauch praktisch null. Gegenüber der Extraktionsmethode, bei der je Bestimmung etwa 100 ml Äthyläther verloren gehen, bedeutet dies eine Materialeinsparung von 0,50 DM je Bestimmung, abgesehen von der Ausschaltung der Feuer- und Explosionsgefahr, des Glasbruchs, der Stromeinsparung und der viel geringeren Aufwendigkeit der Apparatur.

2. Probemenge, Bearbeitungsweise und Anwendungsbereich

Bei Relationen von Einwaage zu Lösungsmittelmenge wie 1:1 bis 1:2 ließen sich Einwaagen von 5 - 10 g ohne Schwierigkeiten anwenden. Als Standardbedingungen wurden 5 g Einwaage und 10 ml Lösungsmittel zugrundegelegt. Für die Ermittlung der günstigsten Arbeitsvorschrift wurde eine systematische Untersuchung aller in Betracht kommenden Varianten vorgenommen und zwar :

- 2.1 Eliminieren des Fettes durch Verreiben der Probe mit dem Lösungsmittel unter Zusatz von Sand
- 2.2 Eliminieren des Fettes durch Auskochen der Probe mit dem Lösungsmittel (Rückfluß)
- 2.3 Aufschlußverfahren
- 2.4 Kombinierte Wasser- und Fett-Schnellbestimmung in einer Einwaage
- 2.5 Kombinierte Fett- und Protein-Schnellbestimmung in einer Einwaage
- 2.6 Kombinierte Wasser-, Fett- und Protein-Schnellbestimmung

Von den vorgenannten Arbeitsweisen erwiesen sich die Aufschlußmethoden als am besten geeignet. Die erprobten Aufschlußmittel und ihre Wirkung sind in Tab. 2 wiedergegeben.

Tabelle 2

Variante	Aufschlußmittel	Konzentration	Menge ml/5 g Einwaage	Aufschlußzeit Min.	Eignung
1	Salzsäure	konz.	10	5	zu langsam, verworfen wegen HCl-Entwicklung
2	Schwefelsäure	"	5	3	Probe wird schwarz, kohlig, trennt schlecht, rußartiges Flockenbild.

Variante	Aufschlußmittel	Konzentration	Menge ml/5 g Einwaage	Aufschluß- zeit Min.	Eignung
3	Phosphorsäure	100 %	4	3	gut (keine Handelsware)
4	Perchlorsäure	70 %	3,5	2-3	braucht zuviel Neutralisationsmittel, wirkt zu stark fettspaltend
5	Perchlorsäure Phosphorsäure 1:1	70 % 85 %ig oder 100 %ig	4	1-2	sehr gut
6	Kalilauge alkal. Aufschluß	30 %	20	4	sehr gut, zerstört Eiweiß

Demnach können als beste Aufschlußmittel empfohlen werden:

Perchlorsäure 70 %ig - Phosphorsäure 85 %ig 1:1
 Perchlorsäure 70 %ig - Phosphorsäure 100 %ig 1:1
 Kalilauge 30 %ig

Beim basischen Aufschluß geht das Fett in Seife über. Aus dieser wird mit Salzsäure Fettsäure abgespalten, die in Xylamollösung refraktometriert wird.

Die Aufschlußvarianten sind genau und universell für weiche, harte, stark geräucherte, ausgetrocknete fettarme bis fettreichste Wurstproben, Konserven sowie für Fleischproben von Magerfleisch mit weniger als 1 % Fett bis zum Speck mit über 90 % gut geeignet.

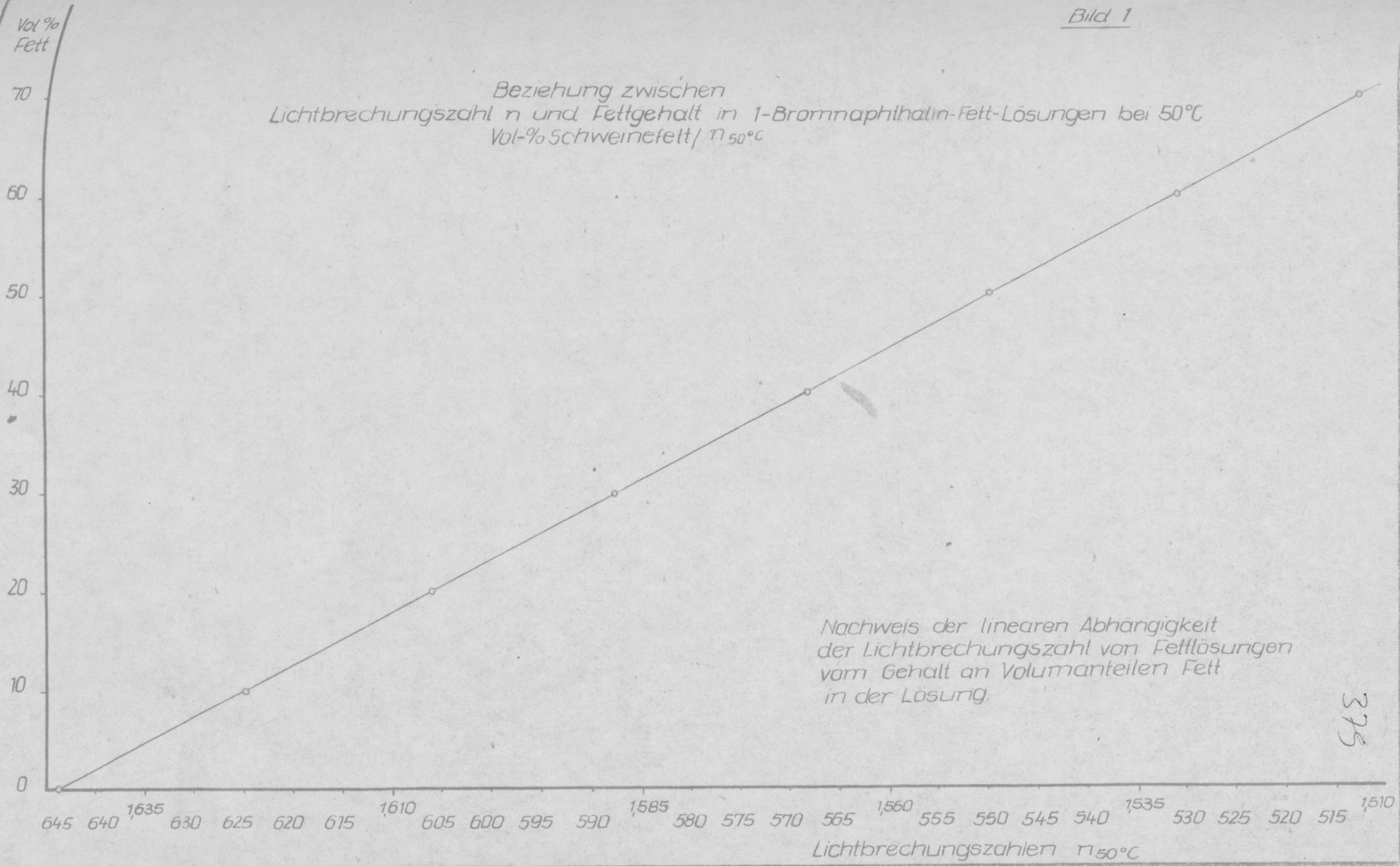
Die **Auskochmethode** ist bedingt verwendbar für weiche, frische Wurstproben. Sie gibt nur angenäherte richtige Werte und kann deshalb dort angewandt werden, wo es nicht auf Genauigkeit ankommt.

Die Methode des Eliminierens durch Verreiben der Probe im Mörser mit Sand und Lösungsmittel wurde verworfen, da einerseits eine befriedigende Zerkleinerung der Fleischteilchen nicht erreicht wurde und andererseits die Methode bei Serienbestimmung mit zuviel anstrengender Handarbeit verbunden ist.

In den nach den Vorschriften der verschiedenen Varianten erhaltenen, zur Refraktometrierung bestimmten Fettlösungen stehen Lichtbrechungszahl und Volumenprozent Fett in einer linearen Beziehung / Siehe Bild 1 /.

Bild 1

Beziehung zwischen
Lichtbrechungszahl n und Fettgehalt in 1-Bromnaphthalin-Fett-Lösungen bei 50°C
Vol-% Schweinefett / $n_{50^\circ C}$



Nachweis der linearen Abhängigkeit
der Lichtbrechungszahl von Fettlösungen
vom Gehalt an Volumanteilen Fett
in der Lösung.

375

Best.-Nr. 59 071
VLV Osterweck/Harz
Ag 305/101/DDR/12708/350/884 - V15/6 933

3. Untersuchung der Streuung der Lichtbrechungszahlen bei Schweine- und Rinderfett

Tabelle 3

Lichtbrechungszahlen n_{50° und Dichten ρ_{50° von Schweinefetten, Rinderfetten und deren Mischungen

Fett aus	biologische Merkmale	n_{50°	ρ_{50°
grüner Speck	Eber jung	1,4558	0,8900
" "	Sau "	1,4558	0,8905
" "	Eber Mittelmast	1,4552	0,8902
" "	Sau "	1,4562	0,8907
" "	Eber Langmast	1,4558	0,8901
" "	Sau "	1,4558	0,8903
" "	unbekannt	1,4558	0,8903
Bauchspeck	Eber jung	1,4558	0,8897
" "	Sau "	1,4556	0,8898
" "	Eber Mittelmast	1,4558	0,8900
" "	Sau "	1,4556	0,8899
" "	Langmast	1,4558	0,8896
" "	unbekannt	1,4558	0,8900
Schweinebacke	Eber jung	1,4558	0,8908
" "	Sau "	1,4558	0,8908
" "	Eber Mittelmast	1,4556	0,8904
" "	Sau "	1,4558	0,8900
" "	Eber Langmast	1,4558	0,8905
" "	Sau "	1,4556	0,8903
Wurst	30 T. Schwein 1		
	45 T. " 2		
	25 T. Rind 2		
	Schweinefett zu Rinderfett = 7:1	1,4557	0,8902
Leberwurst		1,4558	0,8902
Mettwurst		1,4558	0,8901
Knecker		1,4558	
Zerelatwurst		1,4560	
Salami		1,4559	
Halberstädter 1		1,4562	
Halberstädter 2		1,4562	
	Mittelwert	1,4558	0,8902
Rindfleisch fett		1,4539	0,8880
Rindbauch	Schliemfett	1,4542	0,8888
Schloßfett	Becken v. Rind	1,4540	0,8884
Keulenfett	Hinterviertel	1,4543	0,8891
Kalbsfett		1,4540	0,8893

Aus der Tabelle 3 geht hervor, daß die Streuungen in den Lichtbrechungs-
zahlen und Dichten von Schweine- und Rinderfetten verschiedener Herkunft
so gering sind, daß sie mit Rücksicht auf die ein Mehrfaches betragenden
Streuungen durch Mischungsinhomogenität grobstückiger Wurstfüllungen bei
Betriebsanalysen vernachlässigt werden können. Nur in wenigen Fetten aus
Räucherware wurden Lichtbrechungsahlen bis 1,4568 gefunden.

In Bild 2 sind die Abweichungen, die sich beim Extremwert von $n_{50^\circ} =$
1,4568 gegenüber dem aus der Standardformel berechneten Wert ergeben
würden, ~~ausgerechnet~~ ^{graphisch} dargestellt.

Aus der Kurve ist ersichtlich, daß bei einem Fettgehalt von 30 % im
Falle des Extremwertes der Lichtbrechungszahl der aus der Standardformel
berechnete Fehler annähernd 0,2 %, bei einem Fettgehalt von 50 % annä-
hernd 0,4 % beträgt, somit im allgemeinen vernachlässigt werden kann.
Wenn exakte Werte benötigt werden, kann man diesen eventuellen Fehler
ausschalten, indem man aus dem betreffenden Untersuchungsmuster einige
ml Fett ausschmilzt und von diesen die Lichtbrechungszahl ~~bei~~ n_{50°
bestimmt.

4. Sonstige Einflüsse

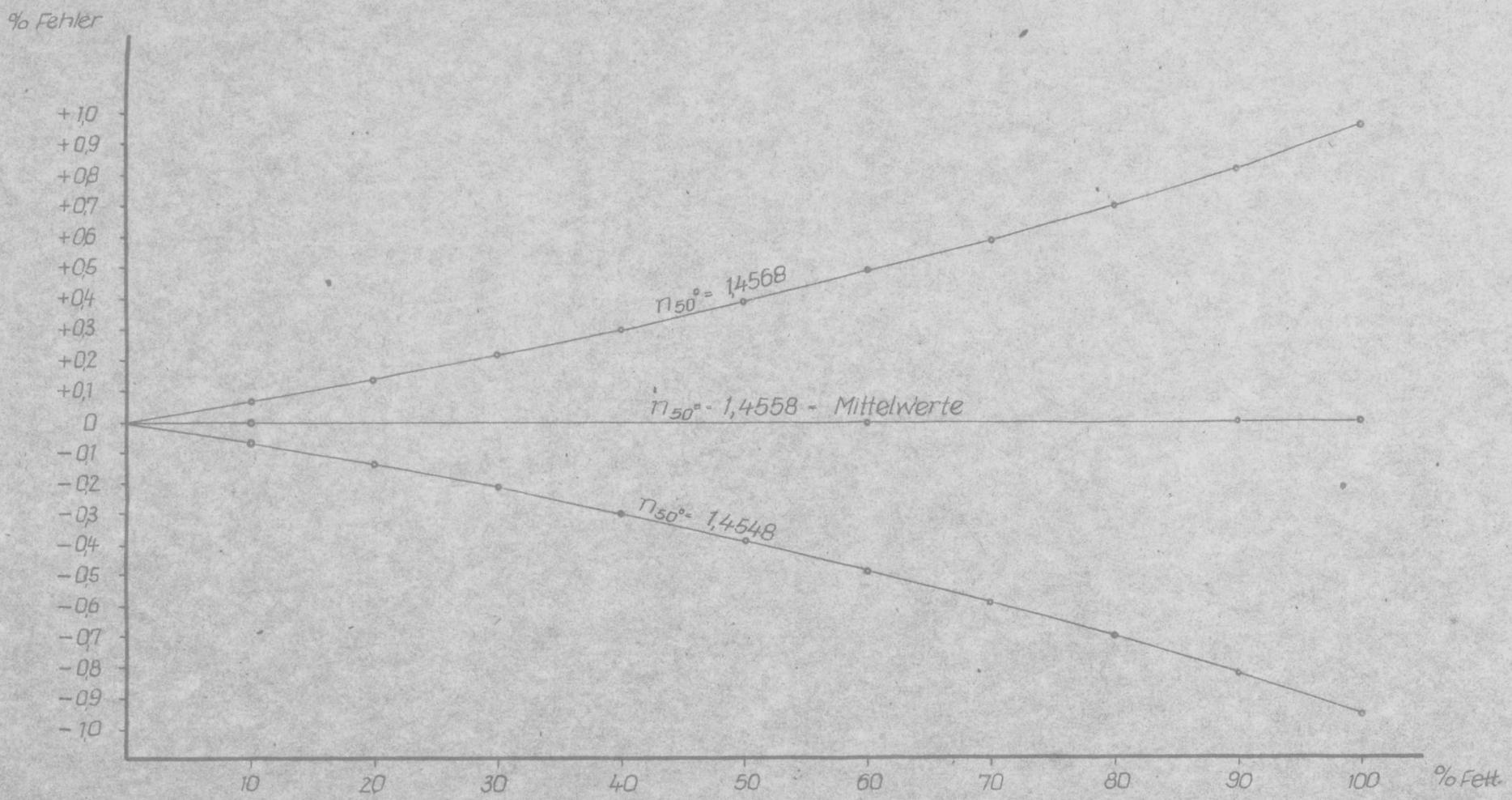
Die Neutralfette weisen höhere Lichtbrechungszahlen auf als die aus
ihnen gewonnenen freien Fettsäuren. /als ffa bezeichnet/

Tabelle 4

	Lichtbrechungszahl n_{50°	Dichte bei ρ_{50°
Schweinefett, neutral	1,4558	0,8900
Schweinefettsäure	1,4470	0,8699
Rinderfett, neutral	1,4540	0,8881
Rinderfettsäure	1,4450	0,8678

Da in Fleisch- und Wurstfetten der ffa-Gehalt stets $< 1 \%$, ist die
Beeinflussung der Lichtbrechungszahl so gering, daß die maximale Ab-
weichung weniger beträgt als die Ablesegenauigkeit und deshalb vernach-
lässigt werden kann.

± % Fehlerabweichung vom Normalwert des berechneten Fettgehaltes bei Extremwerten der Lichtbrechungszahl.



382

Beitrag Nr. 59 014
V. V. Ostendorff / Heuss
Ag 308/641 DDrS. 3708/390/661 - V. 1516 303

Die in Prozentsätzen von 0,5 - 1,0 % (bezogen auf mageres Frischfleisch) vorhandene Milchsäure wird zum Unterschied mit der Äthyläther- und der butyrometrischen Methode bei der neuen Fettbestimmungsmethode nicht miterfaßt. Daraus resultiert eine geringe Methodendifferenz. Da Milchsäure keine Fettsäure ist, gibt die neu beschriebene Methode den korrekten Wert an. Alle übrigen natürlichen Begleitstoffe der Fette werden miterfaßt.

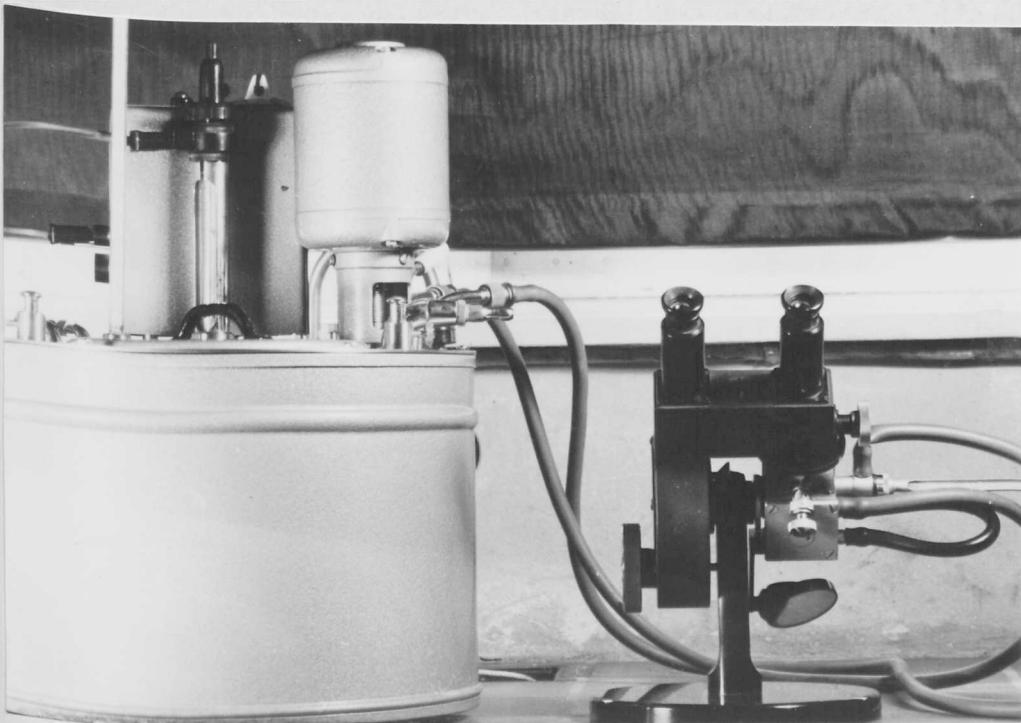


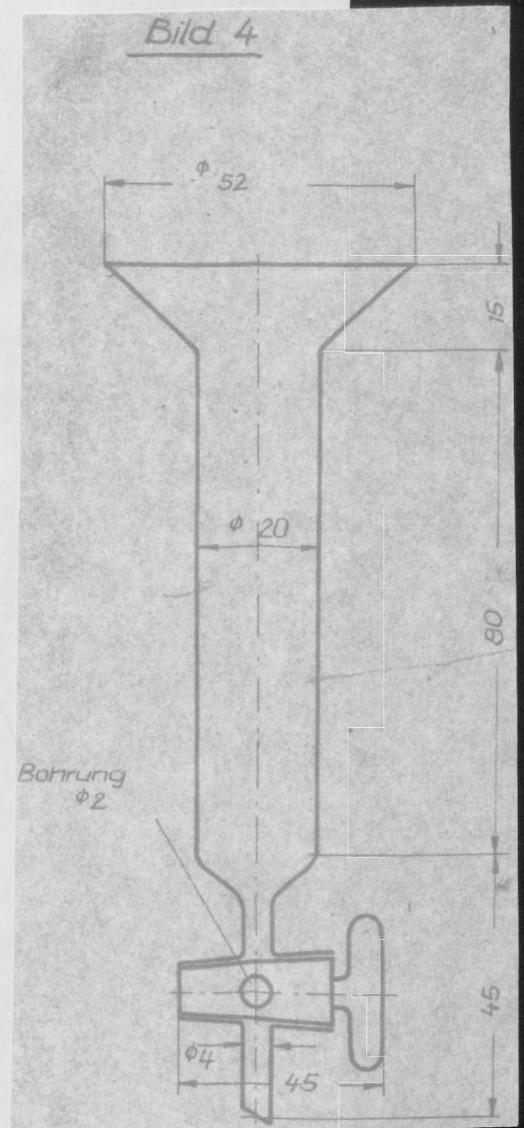
Bild 3. Abbe-Refraktometer mit Ultra-Thermostat

Ausführung der Methode

Variante 1 (Säureaufschlußmethode)

Geräte und Material

- Analysenwaage
- Abbe-Refraktometer
- Ultrathermostat
- Bürette (möglichst mit selbsttätiger Nullpunkt-einstellung oder mit Halbmikro-Einteilung)
- 5 ml Kippautomat oder 5 ml Meßzylinder
- Erlenmeyerkölbchen (50 ml Inhalt)
- mit Gummi- oder Glasstopfen
- Reagenzglashalter (Holz) oder sonstiger
- Halter zum Schwenken der Erlenmeyerkölbchen
- Absetztrichter (20-30 ml Inhalt) nach Skizze 4
- Stativ mit Halter für Absetztrichter



Bechergläschen (25 ml Inhalt) oder
 Erlenmeyerkölbchen (25 ml Inhalt) mit Stopfen
 Rundfilter mittel (Ø 9 cm)
 Cellophanfolie in Blättchen zu 6 x 6 cm

Reagenzien

Xylanon oder 1-Bromnaphthalin (Xylanon ist ein
 Gemisch aus 90 % 1-Chlornaphthalin und 10 %
 Dichlornaphthalin)
 Aufschlußsäure, hergestellt durch Vermischen
 gleicher Volumenteile 85 %iger Phosphorsäure
 und 70 %iger Perchlorsäure
 Kalziumkarbonat-Präzipitat (Schlämmerkreide)
 Natriumsulfat, getrocknet, DAB6

Ausführung

5 g der zerkleinerten, homogenisierten Probe werden auf der Analysen-
 waage auf mindestens 1 mg genau auf einer tarierten Cellophanfolie
 abgewogen. Danach faltet man die Folie um die Einwaage zu einem Beu-
 telchen oder Röllchen zusammen und bringt das Ganze in ein mit 5 ml
 Aufschlußsäure beschicktes Erlenmeyerkölbchen. Dieses erwärmt man
 dann unter Schwenken über einer kleinen leuchtenden Flamme, bis zum
 leichten Sieden und schwenkt weiter, bis die Eiweißsubstanz in Lösung
 gegangen ist. Für den Aufschluß, bei dem eine dunkelbraune bis braun-
 violette Färbung entsteht, werden je nach Beschaffenheit des Unter-
 suchungsmusters 1 - 3 Minuten benötigt. (Man kommt auch bereits mit
 3 ml Aufschlußsäure aus; der Aufschluß dauert dann aber etwa 3-5
 Minuten). Beim Aufschluß soll nicht zu stark gekocht werden. Es bil-
 den sich eine obere, fast wasserklare Fettschicht und eine untere,
 dunkel gefärbte wässrige Schicht. In die noch warme Aufschlußmischung
 dosiert man aus einer Bürette (möglichst Bürette, wie oben angegeben)
 genau 10 ml Xylanon (1-Chlornaphthalin) oder 1-Bromnaphthalin. Zwecks
 Verbilligung des Verfahrens wird hier Xylanon vorgeschlagen.

Nach der Dosierung des Lösungsmittels wird der Erlenmeyerkolben ver-
 stöpselt und sein Inhalt kräftig durchgeschüttelt. Von da an ist ein
 quantitatives Arbeiten nicht mehr erforderlich. Anschließend gibt man
 zum Kölbcheninhalt 4 - 5 ml dest. Wasser, mischt kurz und gießt den
 gesamten Kölbcheninhalt in den bereitgestellten Absetztrichter. Nach
 Schichtentrennung, die in etwa 2 Minuten vollzogen ist, läßt man durch
 den Hahn des Absetztrichters die untere Schicht ab. Die obere Chlor-
 naphthalinlösung wird daraufhin in ein 25 ml Erlenmeyerkölbchen oder
 ein Bechergläschen abgelassen, zuerst mit einer Spatelspitze (0,2-0,3 g)
 ein Kalziumkarbonat versetzt umgeschüttelt, wobei sich eine Trübung von
 Kalziumphosphat bildet, dann mit einem Spatelinhalt (2-3 g) wasserfrei-
 en Natriumsulfat getrocknet (schütteln oder umrühren!). Nach Filtration
 der Lösung werden einige Tropfen des klaren Filtrates zwischen die auf
 genau 50 °C eingestellten Prismen des Abbe-Refraktometers gebracht. Die
 Brechungszahl wird nach 20-30 Sekunden abgelesen. Man kontrolliert, bis
 sich im Refraktometer ein konstanter Wert eingestellt hat.

Berechnung des Fettgehaltes:

$$\% \text{ Fett} = \frac{(n_1 - n_x) \cdot 100}{(n_x - n_p)} \cdot \frac{a \cdot \rho_p \cdot \Delta k}{E}$$

darin sind

- n_1 = Lichtbrechungszahl des Lösungsmittels bei 50 °C
- n_x = " " der aus der Probe isolierten Fettlösung bei 50 °C
- n_f = " " des in der Probe enthaltenen Fettes bei 50 °C
- a = angewandte ml Lösungsmittel
- ρ_f = Dichte des Fettes bei 50 °C
- Δk = Ausdehnungskonstante des Lösungsmittels von 20 auf 50 °C pro ml
- E = Einwaage in g

Für ganz exakte Bestimmungen isoliert man durch Ausschmelzen eine kleine Fettmenge aus der Probe und bestimmt davon n_f bei 50 °C.

Im allgemeinen kann mit ausreichender Genauigkeit n_f als konstanter Wert (= 1,4558) eingesetzt werden, da die Abweichungen zwischen Schweinefetten und Rinderfetten verschiedener Herkunft nur sehr gering sind und im allgemeinen der Anteil an Rinderfett höchstens 15 % des Gesamtfettes beträgt. ρ_f kann ebenfalls als Konstante eingesetzt werden.

$$50 \text{ °C} = 0,8895 \text{ g/ml.}$$

Daraus ergibt sich folgende vereinfachte Formel:

$$\% \text{ Fett} = \frac{(n_1 - n_x) 100}{(n_x - 1,4558)} \cdot K$$

bei Verwendung von Xylamon beträgt $K = 1,820$ u. $n_1 = 1,6216$
 " " " 1-Bromnaphthalin $K = 1,835$ u. $n_1 = 1,6436$

Beispiel für Xylamon

$$\% \text{ Fett} = \frac{(1,6216 - n_x) 100}{(n_x - 1,4558)} \cdot 1,82$$

Die Berechnung ist somit denkbar einfach.

Variante 2 (Laugeaufschlußmethode)

Geräte und Material wie bei Variante 1

Reagenzien

- 30 %ige Kaliumhydroxidlösung
- Salzsäure, konz.
- Xylamon bzw. 1-Bromnaphthalin
- Kalziumkarbonat
- Natriumsulfat entwässert

Ausführung

5 g der zerkleinerten, homogenisierten Probe werden auf der Analysenwaage auf 1 mg genau auf einer tarierten Cutisiafolie abgewogen. Die zu einem Röllchen oder Beutel zusammengefaltete Folie samt Inhalt wird in einem 100 ml Erlenmeyerkolben gegeben und mit 20 ml 30 %iger Kaliumhydroxidlösung übergossen. Dann erhitzt man wie üblich zum Sieden und kocht vorsichtig, bis alles in Lösung gegangen ist (Achtung! Das enthaltene Fett schäumt während des Verseifens, deshalb muß in dieser kritischen Phase vorsichtig erhitzt werden). Beim Kochen mit Lauge tritt Ammoniakgeruch auf. Die gelöste Probe kühlt man unter der Wasserleitung etwas ab und fügt dann 20 ml konzentrierte Salzsäure unter Umschwenken hinzu. Man erwärmt nochmals, bis sich oben eine klare Fettschicht abgeschieden hat, gibt dann 10 ml Xylanon (oder 1-Bromnaphthalin) hinzu, verstößt, schüttelt kräftig durch und gießt anschließend den Kolbeninhalt in einen Absetztrichter. Die Xylanonschicht setzt sich rasch unten ab. Man zieht sie in einen kleinen 25 ml Erlenmeyerkolben oder Becherglas ab, gibt eine Messerspitze CaCO₃ hinzu, schüttelt durch und entwässert dann mit einem Löffelinhalt wasserfreiem Natriumsulfat. Nach Filtration bringt man einige Tropfen des klaren Filtrates zwischen die auf 50 °C erwärmten Prismen des Refraktometers und verfährt weiter, wie bei 1 angegeben.

Berechnung des Fettgehaltes bei Verwendung von Xylanon:

$$\% \text{ Fett} = \frac{(1,6216 - n_x) 100}{(n_x - 1,4463)} \cdot 1,860$$

Bei Verwendung von 1-Bromnaphthalin beträgt der Faktor 1,875.

Anmerkung :

Beim Behandeln der Probe mit Kalilauge wird Seife gebildet, die durch Zugabe der Salzsäure zersetzt wird. Es wird somit vom Xylanon das aus dem Wurstfett stammende Fettsäuregemisch gelöst. Auf Grund dessen muß als Berechnungsgrundlage die Lichtbrechungszahl des aus dem betreffenden Wurstfett abgespaltenen Fettsäuregemisches eingesetzt werden.

Variante 3 / Auskochmethode/

Geräte wie Variante 1

Jedoch anstelle des Schälchens kleiner Kolben mit Rückflußkühler

Ausführung

Man wägt 5 g der zerkleinerten homogenierten Probe auf 1 mg genau in einen 250 ml Stehkolben ein und setzt aus der Bürette 10 ml Xylanon (oder eines der bei Variante 1 angegebenen Lösungsmittel) zu. Dann fügt man einige Siedesteinchen hinzu. Nach Aufsetzen eines Liebig-Rückflußkühlers und Befestigen des Gerätes an einem Stativ wird die Probe an Drahtnetz über kleiner Flamme etwa 8 Minuten gekocht. Nach dem Abkühlen (Einsetzen in kaltes Wasser) wird das Kühlrohr abgenommen und ein Löffelinhalt (etwa 10 g) geglühtes Natriumsulfat zur Bindung des vorhandenen Wassers hinzugefügt. Nach gründlichem Mischen wird die Chlornaphthalinlösung durch ein kleines Filter in ein 20 ml Becherglas filtriert. Einige Tropfen der Lösung werden zwischen die Prismen des unterdessen mit Hilfe eines Ultrathermostaten auf 50 °C eingestellten Refraktometers gebracht und die Lichtbrechungszahl gemessen.

Berechnung nach Formel Variante 1

Diese Variante kann bei weichem, lockerem Untersuchungsmaterial angewendet werden, z.B. bei Koch- und Brühwurst.

Variante 4 (Kombinierte Wasser- und Fett-Schnellbestimmungsmethode in einer Einwaage)

Geräte und Reagenzien wie bei Variante 1, jedoch Glasbecher anstelle der Porzellanschälchen und zusätzlich ein kurzer dicker Glasstab zum Zerdrücken

Ausführung

5 g der zerkleinerten homogenisierten Probe werden auf 1 mg genau in einen Glasbecher (Ø 5 cm h 6 cm) eingewogen. Durch vorsichtiges Erhitzen der auf ein Asbestdrahtnetz gebrachten Probe über kleiner Flamme, wobei man mit einem dicken kurzen Glasstab die Masse ständig rührt und an den Boden des Glases ständig andrückt, wird das vorhandene Wasser abgetrieben. Den Endpunkt erkennt man am Aufhören des Knisterns und am Auftreten eines bläulichweißen Rauches.

Nach Abkühlen im Exsikkator wird der Wasserverlust ausgewogen und der Wassergehalt berechnet.

Die weitere Durchführung der Analyse erfolgt nach Variante 1. Diese Variante ist dann vorteilhaft, wenn es nicht auf große Genauigkeit, sondern mehr darauf ankommt, Wasser- und Fettwerte auf etwa 1,0 % Annäherung in kürzester Zeit zu ermitteln.

Variante 5 (Kombinierte Fett- und Protein-Schnellbestimmungsmethode in einer Einwaage)

Die Probe wird nach Variante 1 aufgeschlossen, jedoch wird anstelle des Aufschlußgemisches 100 %ige Phosphorsäure verwendet. Die aufgeschlossene Probe wird mit 10 ml Xylanon aus einer Bürette versetzt und kräftig geschüttelt. Dann setzt man 10 ml dest. Wasser zu, schüttelt schwach und läßt die Mischung im Trennzylinder absetzen.

Die untere Säureschicht wird in einen 50 ml Meßkolben verlustlos abgelassen. Die im Trenntrichter verbliebene Xylanon-schicht wird mit je 10 ml 15 %iger Kaliumsulfatlösung zweimal gewaschen. Die Waschwasser werden ebenfalls in den Meßkolben gebracht. Der im Trenntrichter zurückgebliebenen Fettxylanonlösung setzt man etwas Kaliumkarbonat zu und filtriert die Schicht über Natriumsulfat in ein Bechergläschen.

Die Bestimmung des Fettgehaltes setzt man, wie in den vorher beschriebenen Varianten ausgeführt wurde, fort.

Zur Protein-Schnellbestimmung wäscht man das Filter von der Fettbestimmung, den Scheidetrichter und den Erlenmeyeraufschlußkolben mit wenig Diäthyläther xylanon- und fettfrei und spült den Rest des Natriumsulfates und der Nichtfettanteile aus dem Aufschlußerlenmeyerkolben, dem Trenntrichter und dem Filtertrichter mit wenigen Millilitern heißem Wasser in den Meßkolben. Diesen füllt man anschließend bis zur Marke auf. Aus dem Meßkolben pipettiert man einen aliquoten Teil in einen Kjeldahlkolben und bestimmt den Proteinstickstoff wie üblich in einer

Wagner-Parnas-Apparatur nach Vorlage einer gesättigten ^Borsäurelösung gegen ein Indikatorgemisch, bestehend aus Methylrot und Methylenblau.

Variante 6 (Kombinierte Wasser-, Fett- und Protein-Schnellbestimmungsmethode in einer Einwaage)

Wasser und Fett werden nach Variante 4 und im Anschluß daran Protein nach Variante 5 in einem einzigen Durchgang bestimmt.

Fehlerquellen und deren Beseitigung

a) Fehlerquellen

b) Beseitigungsmaßnahmen

1. a) zu langes Kochen beim Aufschluß
Folge: Emulsionsbildung - Analysenergebnis zu hoch
b) nur so lange kochen, als ungelöste Fleischteilchen sichtbar sind
2. a) Temperaturabweichungen im Refraktometer
je °C Abweichung beträgt die Fehlablesung $n_{50}^{\circ} = \pm 0,00045$
b) Einhaltung der Temperatur auf mindestens $\pm 0,1$ °C oder Refraktometerablesung umrechnen auf genaue Temperatur mittels Faktor 1,00045
$$n_{50}^{\circ} = n_x \pm (n_{50}^{\circ} - n_x) \cdot 1,00045$$
3. a) Einwaageverluste bei zu langer Wägezeit
b) Cellophanbeutel in verschlossenes Wägegglas geben und wägen
4. a) ungenaues Abmessen des Lösungsmittels
b) genau ablesen oder Halbmikrobürette oder automatische Bürette anwenden
5. a) Fett mit stark abweichender Lichtbrechungszahl von dem Normalwert
b) etwas Fett ausschmelzen und n_{50}° messen
6. a) unscharfe Trennungslinie bei Messung der Lichtbrechung infolge Feuchtigkeit oder Salzen in der Fettlösung
b) Zugabe von CaCO_3 und gründliche Trocknung der Lösung mit Na_2SO_4 . Lösung muß nach dem Filtrieren völlig klar sein.

Vorteile der Methode

1. Der Hauptvorteil der neuen Methode ist, daß der Fettgehalt in sehr kurzer Zeit bestimmt werden kann. Für eine Bestimmung werden etwa 15 Minuten benötigt, das sind 2,5 % der für die Extraktionsmethode

erforderlichen Arbeitszeit (für die butyrometrische Methode werden etwa 35 Min. benötigt).

2. Die Methode ist einfach durchführbar und verlangt wenig Manipulationen.
3. Die Methode arbeitet genau und zuverlässig. Sie erfaßt auch das interzelluläre Fett vollständig. Parallelbestimmungen in homogenen Mustern stimmen auf $\pm 0,2$ % überein.
4. Die Variante 1 der Methode ist universell anwendbar; ihr Meßbereich liegt im Intervall von 0,1 % bis 100 % Fettgehalt.
5. Es besteht im Gegensatz zur Äthylätherextraktionsmethode keine Feuergefährlichkeit.
6. Es werden bedeutend weniger Platz und Gerätschaften benötigt als für die in Serie geschalteten Extraktionsapparate, die in einem gesonderten, feuersicheren Raum aufgestellt werden müssen.
7. Bei Einführung einer speziellen Skaleneinteilung in Fettprozenten am Refraktometer kann jede Rechenarbeit wegfallen.
8. Die Schnellmethode ermöglicht bei gleicher Arbeitskapazität eine Steigerung der Analysenzahl, so daß bessere Durchschnittswerte erreicht werden können und die mathematisch-statistische Auswertung erleichtert wird.

Ergebnisse

In den folgenden Tabellen sind die Ergebnisse der Schnellbestimmungsmethode im Vergleich zur butyrometrischen und Äthylätherextraktionsmethode zusammengestellt / Tabellen 5, 6 und 7 /.

Vergleichsanalysen
zur Fett-Schnellbestimmungsmethode nach Rudischer
Variante 1

390

Probe	Fettgehalt in %					
	Äthyläther-Extraktions- methode		modifizierte Gerber'sche Butyrometer- methode		refraktometrische Methode nach Rudischer	
	Parallel- bestimmung	Mittelwert	Parallel- bestimmung	Mittelwert	Einzel- bestimmung	Mittel- wert
Schlackwurst	38,6 40,0	39,3	40,6 41,0	41,3	39,9 40,1	40,0
"	40,6 40,8	40,7	38,5 38,5	38,5	39,3 39,3 39,3	39,3
"	42,6 40,8	41,7	43,0 44,5 44,0	43,8	40,9 41,3	41,1
"	36,7 36,5	36,6	38,5 37,5	38,5 38,0	36,1 36,5	36,3
"	37,8 38,1	38,0	36,0 37,5	38,5 38,5	38,1 38,1	38,1
"	38,9 39,2	39,1	40,0 40,0	39,6 39,3	39,7 39,5	39,6
"	41,3 42,1	41,7	44,5 45,0		41,2 41,6	41,4
Wurst	42,6 40,0	41,3	42,0 42,0	42,0 38,0	41,8 41,5	41,7
"	47,8 48,0	47,9	48,0 48,0	50,0 48,0	47,6 47,9	47,8
Wurst	33,8 33,8	33,8	34,0 34,0	34,0 33,5	33,8 33,4 33,4	33,9 33,5 33,3
Wurstfleisch 1	0,9 0,4	0,7	0,5 0,5	0,5 0,5	0,8 0,8	0,8
Wurstkopfabputz roh	14,7 14,5	14,6	20,0 19,0 20,0 18,5	13,0 14,0 15,0 17,0	14,9 14,1	14,5
Wurstkopfabputz gar	16,8 16,1	16,5	16,5 16,0	16,5 16,0	16,5 16,5	16,5
Wurstfett roh	75,6 75,4	75,5	80,0 80,0	78,0 81,0	78,2 78,2	78,2
Wurstfett gar	71,9 75,4	72,2	78,0 78,0	77,0	74,8 74,1	74,5

Vergleichsanalysen
zur Fett-Schnellbestimmungsmethode nach Rudischer
Variante 1

Probe	Fettgehalt in %				Differenz der Methode b) zu Methode a) in %
	a) Äthyläther-Extraktions- methode		b) refraktometrische Methode n. Rudischer		
	Parallel- bestimmung	Mittelwert	Parallel- bestimmung	Mittelwert	
Kopffleisch	9,0	9,1	8,5	8,6	-0,5
	9,1		8,6		
"	39,1	39,1	38,9	39,2	+0,1
	39,1		39,5		
"	42,9	43,1	43,2	43,4	+0,3
	43,2		43,5		
Luncheon Meat	27,2	27,3	27,6	27,6	+0,4
	27,4		27,6		
"	27,0	26,9	26,2	26,4	-0,5
	26,8		26,5		
i./Darm	19,5	19,8	19,4	19,5	-0,3
	20,1		19,6		
i./Dose	19,5	19,8	20,0	19,8	-
	20,0		19,5		
i./Glas	19,7	19,8	18,9	19,3	-0,5
	19,9		19,6		
"	35,3	35,1	34,8	34,7	-0,4
	34,9		34,5		
Schweinekopf- fleisch	23,5	23,3	22,6	22,7	-0,5
	23,0		22,7		
"	28,3	27,9	28,4	28,4	+0,5
	27,6		28,4		
"	22,2	22,2	22,4 22,7	22,6	+0,4
			22,7 22,7		
"	22,6	22,7	22,7	22,7	-
	22,7		22,7		
Schliemfett (Rind)	74,0	74,0	74,8	75,0	+1,0
	74,0		75,2		

Die über 0,3 % hinausgehenden Abweichungen sowohl zwischen Parallelbestimmungen als auch zwischen den beiden Methoden sind auf unvermeidbare Inhomogenitäten der Untersuchungsproben zurückzuführen.

Vergleichsanalysen
zur Fett-Schnellbestimmungsmethode nach Rudischer
Variante 1

392

Probe	Fettgehalt in %				Differenz der Methode b) zu Methode a) in %
	a) Äthyläther-Extraktions- methode		b) Methode n. Rudischer		
	Parallel- bestimmung	Mittelwert	Parallel- bestimmung	Mittelwert	
Teewurst	34,5 34,9	34,7	34,8 35,1	34,9	+0,2
Poltawaer	38,9 38,8	38,9	39,2 39,2	39,2	+0,3
Zerelatwurst	34,6 35,8	35,2	35,1 34,7	34,9	-0,3
Mortadella	21,3 21,3	21,3	21,1 21,3	21,2	-0,1
Knoblauch Brühwurst	33,0 32,4	32,7	31,6 31,7 32,0 32,3	32,0	-0,7
Salami	44,7 44,1	44,4	44,6 43,4 43,4 44,2	43,9	-0,5
Salami	36,0 34,7	35,3	36,2 34,8	35,5	+0,2
Salami	48,8 50,6	49,7	49,3 49,3	49,3	-0,4
Salami	32,2 31,8	32,0	31,7 31,1	31,4	-0,06
Knacker	41,5 41,3	41,4	41,2 41,2	41,2	-0,2
Frankfurter	22,2	22,2	22,2	22,2	0
Frankfurter	20,4 20,2	20,3	19,9 19,7	19,8	-0,5
Jagdwurst	27,2 27,4	27,3	26,7 26,7	26,7	-0,6
Jagdwurst	30,4 30,0	30,2	29,9 29,7	29,8	-0,4
Jagdwurst	25,2 25,4	25,3	24,7 24,7	24,7	-0,6
Jagdwurst	32,2 31,8	32,0	31,8 31,3	31,6	-0,4
Jagdwurst	27,8 27,5	27,6	27,5 27,3	27,4	-0,2
Jagdwurst	25,6 25,7	25,6	25,6 25,6	25,6	0

Zusammenfassung

Der Fettgehalt ist eines der maßgebendsten objektiven Kriterien für die Qualitätsbeurteilung der Erzeugnisse der Fleischindustrie. Bisher wird die Bestimmung desselben nach der konventionellen Extraktionsmethode durchgeführt. Dieses Verfahren ist sehr zeitraubend und arbeitsaufwendig.

Die Einführung zuverlässiger Schnellmethoden zur Bestimmung der Hauptbestandteile in Fleisch und Fleischprodukten ist folglich ein wichtiges Problem. Für die Fettbestimmung in Fleisch und Fleischprodukten bestand bisher nur die butyrometrische Schnellmethode, die eine Modifikation der Milchfettbestimmung nach GERBER darstellt. Die hier beschriebene neue Schnellmethode beruht auf dem Prinzip der Refraktometrie. Sie kann in noch kürzerer Zeit und mit noch geringerem Arbeitsaufwand durchgeführt werden als die butyrometrische Methode.

Nach dem Säure- oder Laugeaufschluß des betreffenden Untersuchungsmaterials wird das Fett mit einer entsprechenden Menge Xylamon (Gemisch aus Mono- und Dichlornaphthalin) ausgeschüttet und von der Fettlösung der Lichtbrechungsindex bestimmt. Unter Bezug auf die Lichtbrechungszahlen des reinen Fettes und des reinen Lösungsmittels wird der Fettgehalt der Probe berechnet oder der Tabelle entnommen. Untersuchungen ergaben, daß die Lichtbrechungszahlen der Wurstfette nur sehr geringe Streuungen aufweisen, so daß in der Berechnungsformel ein Standardwert für die Lichtbrechungszahl bei $50^{\circ} = 1,4558$ eingesetzt werden kann.

Résumé

La teneur en graisse est une des critères objectifs les plus déterminants pour le jugement de la qualité des produits dans l'industrie de viande. Jusqu'à présent, la teneur en graisse a été déterminée selon la méthode d'extraction d'usage.

Ce procédé exige bien du temps et une grande somme de travail. En conséquence, l'introduction de méthodes rapides éprouvées pour la détermination des parties principales de la viande et des produits de viande est un problème important.

Jusqu'à présent, la méthode rapide butyrométrique était la seule méthode pour la détermination de graisse dans la viande et les produits de viande. Elle représente une modification de la détermination de graisse de lait selon GERBER.

La méthode rapide nouvelle, décrite ici, se base sur la principe de la réfractométrie. Elle peut être exécutée en de beaucoup moins de temps et à une somme de travail plus insignifiante que la méthode butyrométrique.

Après la désagregation de lessive ou acide des matières à essayer, la graisse est extraite en seconant avec une quantité de xylamon proportionnée (une mixture de monochloronaphthalènes et dichloronaphthalènes), et l'indice de la réfraction des rayons lumineux de la solution de graisse est déterminé.

La teneur en graisse de la prise d'essai est calculée ou vue dans la table en se référant aux nombres de réfraction de la graisse pure et du dissolvant pur. Des essais ont montré que les coefficients de réfraction des graisses d'andouilles ne produisent que des dispersions très insignifiantes de sorte qu'une valeur standard pour le coefficient de réfraction à $50^{\circ} = 1,4558$ peut être insérée dans la règle à calcul.

Summary

The fat content is one of the most standard objective criteria for estimating the quality of the meat products. Till now the determination of the fat content has been carried through according to the conventional extraction method. This method is very time-consuming and requires great expenditure of energy. The introduction of reliable high-speed method for the determination of the main components in meat and meat product consequently is an important problem. Till now for fat determinations in meat and meat products people used only the butyrometric high-speed method representing a modification of the determination of fat in milk according to GERBER. The new high-speed method described here is based on the principle of refractometry. It may be carried through within still shorter time and with still smaller expenditure of energy than the butyrometric method. After the acid or liquor treatment of the concerned test material the fat is dumped out together with a corresponding amount of xylamone (mixture of mono- and dichloronaphthalene) and the refractive index is determined by the fat solution. With regard to the refractive indexes of the pure fat and the pure solvent the fat content of the sample is calculated or taken from the table. Investigations indicated that the refractive index of the sausage fats showed only very small scattering effects so that in the calculation formula a standard value for the refractive index of $50^{\circ} = 1,4558$ may be introduced.

Резюме

Содержание жира является одним из самых основательных критериев для качественной оценки произведений мясной промышленности. До сих пор определение производится по традиционному экстракционному методу. Это способ трудоемкий, требующий много времени. Введение надежных быстрых методов для определения основных компонентов мяса и мясопродуктов является поэтому важной проблемой. Для определения жира в мясе и мясопродуктах до сих пор применялся лишь бутирометрический быстрый метод, составляющий модификацию определения молочного жира по Герберу. Описанный здесь быстрый метод основывается на принципе рефрактометрии. Он может производиться в течение еще более короткого времени, требуя меньшей затраты труда чем бутирометрический метод. После разложения кислоты или рассола данного материала исследования жир с соответственным количеством ксиламона /смесь моно- и дихлорнафталина/ высыпается, а по жирораствору определяется показатель преломления света. На основании показателей преломления света чистого жира и чистого растворителя посчитывается содержание жира пробы или же оно берется с таблицы. Исследования показали, что показатель колбасных жиров обнаруживает лишь незначительные колебания, так что в формулу расчета для показателя преломления света можно вставить стандартное значение при $50^{\circ} = 1.4558$.

- (1) E v e r s o n, C.W. u. Mitarb.
Schnellmethoden zur Bestimmung des Wasser- und Fettgehaltes
in Fleischprodukten
Am. Meat Inst. Found., Bull. 29 (1956)
- W i n d h a m, E.S.
Bericht über Schnellmethoden zur Fettbestimmung in
Fleischprodukten
J. Ass. Off. Agr. Chem. 40 (1957)
- W i s t r e i c h, H.P. u. Mitarb.
Schnellmethoden für Wasser- und Fettbestimmung in
biologischen Produkten
Anal. Chem. 32 (1960)
- K o v á c s, E.
Verkürzte Proteinbestimmung
Husipár (1964) Nr. 1
- (2) B u s, W. u. R a s c h e, E.
Die Bestimmung des Fettgehaltes in Wurst mittels der
Butyrometermethode nach GERBER
Arch. Lebensmittelhyg. 6 (1955)
- F o h j a, M.S. u. Mitarb.
Die Fettbestimmung in Fleisch und Fleischprodukten
nach dem Verfahren von GERBER
Ztschr. Lebensm. Unters. u. Forschung 103 (1956)
- (3) S a l v i n, H. u. Mitarb.
Fett-Schnellbestimmung in Fleischprodukten
J. Agric. Food Chem. 3 (1955)
- (4) K w o l, B. u. M e e s t e r, J.
Schnell-Methoden zur Bestimmung des Wasser-, Fett- und
Eiweißgehaltes in Fleisch und Fleischwaren
Fleischwirtschaft 6 (1963)
- (5) N a u m a n n, K.
Refraktometrische Milchfettbestimmung
Milch-Ztg. 1900
- L e i t h e, W.
Bestimmung des Fettgehaltes in Vollmilch
Ztschr. Unters. Lebensm. 68 (1934)
- (6) L e i t h e, W.
Fettbestimmung in Käse
Ztschr. Unters. Lebensmittel 70 (1935)
- L e i t h e, W. u. M ü l l e r, E.
Refraktometrische Fettbestimmung in Milch- und
Milcherzeugnissen
Ztschr. Unters. Lebensm. 71 (1936)
- (7) 1936 unveröffentl. Arbeit des Vf